

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-233162

⑬ Int. Cl.⁵F 02 D 45/00
41/14
43/00

識別記号

3 7 4 D
3 3 0 A
3 0 1 H
3 0 1 B
3 0 1 N
3 6 8 S
D

庁内整理番号

8109-3G
9039-3G
8109-3G
8109-3G
8109-3G
8109-3G
7910-3G

⑭ 公開 平成3年(1991)10月17日

F 02 P 45/00
5/15

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全10頁)

⑮ 発明の名称 内燃機関の燃焼制御装置

⑯ 特 願 平2-26614

⑰ 出 願 平2(1990)2月6日

⑱ 発 明 者 大 久 保 悟 兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社
産業システム研究所内⑱ 発 明 者 鷺 野 翔 一 兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社
産業システム研究所内⑱ 発 明 者 出 水 昭 兵庫県姫路市千代田町840番地 三菱電機株式会社姫路製
作所内

⑲ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 大岩 増雄 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

内燃機関の燃焼制御装置

2. 特許請求の範囲

気筒内の燃焼圧力を検出する筒内圧センサの出力から筒内圧波形を得る筒内圧検出手段と、エンジンのクランク角を検出するクランク角検出手段と、上記筒内圧検出手段で得られた筒内圧と上記クランク角検出手段で得られたクランク信号とによって筒内圧波形を求めて監視する筒内圧監視手段と、上記筒内圧波形から熱効率を算出する演算手段と、この演算手段の演算結果に応じて上記エンジンへの燃料供給量と点火時期および排気ガス還流量の制御を行う燃料制御手段とを備えた内燃機関の燃焼制御装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、自動車用内燃機関の筒内圧を検出して熱効率を算出することにより、内燃機関の燃焼を制御する内燃機関の燃焼制御装置に関するも

のである。

〔従来の技術〕

従来、この種の燃焼制御装置としては、例えば特開昭58-12643号公報などに示されるように、筒内圧センサによって検出される筒内圧力が最大となるクランク角を求め、これを所定範囲値と比較して最大出力で運転されているかどうかを判定し、その判定結果に応じて燃料供給量(空燃比)、点火時期、排気ガス還流(EGR)量を適宜調整することにより、内燃機関を最大効率でかつ安定した燃焼のもとで運転できるように制御し、併せてノッキングの発生を防止するようにしたものがある。

〔発明が解決しようとする課題〕

従来の内燃機関の燃焼制御は、気筒内圧力最大位置と所定範囲値とを比較して燃焼状態を判定していたが、エンジンの経時変化に伴い、筒内圧波形が変化するので、気筒内圧力最大値の一点のみで燃焼制御を行っても、必ずしも内燃機関を最大効率でかつ安定した燃焼のもとで運転することが

できないという問題点がある。

この発明は、上記のような問題点を解消するためになされたもので、エンジンの経時変化に伴う燃焼状態（熱効率）の変化に対して補正して、所期の性能を維持でき、常に最適熱効率で運転できる内燃機関の燃焼制御装置を得ることを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

この発明に係る内燃機関の燃焼制御装置は、気筒内の燃焼圧力を検出する筒内圧センサと、筒内圧センサによって検出される筒内圧力とクランク角センサからのクランク角信号とによって筒内圧力波形を求めるとともに、この筒内圧力波形から熱効率を算出するコントロールユニットと、このコントロールユニットの演算結果に応じて燃料供給量と点火時期、および排気ガス還流量の制御を行う燃料制御手段とを設けたものである。

〔作用〕

この発明におけるコントロールユニットは、筒内圧センサからの圧力 P と、クランク角センサか

また、点火装置3は点火指令によってディストリビュータ等を介して点火プラグに点火エネルギーを供給する。

排気ガス還流制御弁（以下EGR制御弁という）4は、EGRによって燃焼最高温度を下げ、 N_{ox} の発生を抑制する。

筒内圧検出手段5は、例えばエンジン1の燃焼室に面して装着した筒内圧センサで検出される信号をチャージアンプで増幅して筒内圧波形を得る。

クランク角検出手段6はエンジン1のクランク軸に装着したクランク角センサの信号を検出する。そして筒内圧検出手段5とクランク角検出手段6からの出力信号をマイクロコンピュータ等からなるコントロールユニット10に入力する。

コントロールユニット10は筒内圧監視手段11～EGR率マップ18により構成されており、次にこのコントロールユニット10の各構成要素について説明する。

筒内圧検出手段5で得られる筒内圧 P と、クランク角検出手段6で得られるクランク角 θ を、コ

らのクランク角信号 θ とを入力し、筒内圧力波形を求め、これに基づいて熱効率を計算し、そのときの運転状態に応じてエンジン回転数 N と基本噴射パルス幅 T_b とからなる $N-T_b$ マップのそれぞれの領域に入力して所定サイクルの平均値を求める。

この平均値と、予めマップに設定されている熱効率基準値とをそれぞれの領域ごとに比較し、その比較結果に応じて燃焼制御手段で、点火時期を進角または遅角、排気ガス還流のカットおよび燃料供給量を増大または減少させるようにそれぞれ制御して、良好な燃焼状態が得られようにする。

〔実施例〕

以下、この発明の内燃機関の燃焼制御装置の実施例について図面に基づき説明する。第1図はその一実施例の構成を示すブロック図である。

この第1図において、1はエンジン、2は燃料噴射弁で、基本燃料噴射パルス幅 T_b を運転状態に応じて補正された噴射パルス幅で駆動し、対応する燃料をエンジンに供給する。

コントロールユニット10内の筒内圧監視手段11に入力することによって、1サイクルごとの筒内圧力波形（ $P-\theta$ 線図）が求められる。

この筒内圧監視手段11の出力信号を、この発明の特徴とする部分の一つである熱効率算出手段12に入力する。

この熱効率算出手段12においては、後述する演算によって、熱効率 η を求め、あらかじめRAM等で用意されているエンジン回転数 N と基本噴射パルス幅 T_b とからなる $N-T_b$ マップの対応する各領域に入力し、それぞれの領域ごとに平均化処理を行う。

熱効率の基準値 η_0 のマップ13は、 $N-T_b$ マップの各領域に熱効率の基準値をあらかじめ格納している。

比較手段14は熱効率演算手段12で計算された熱効率の計算値 η と基準値 η_0 を比較し、この比較手段14の出力は燃焼制御手段15に入力するようになっている。

この燃焼制御手段15は、比較手段14にお

ける比較結果に基づき、EGR率マップ18のEGRカットを行ったり、点火時期マップ17の領域の点火時期を段階的に変化させたり、また燃料噴射パルス幅演算手段16に対して燃料噴射量を所定割合ずつ段階的に変化させて、熱効率を改善するようになっている。

しかし、このいずれの制御を行っても、燃焼状態が基準範囲内に収まらない場合は、制御不能と判断してコントロールユニット10内の図示しない警報装置を作動させて、運転者に警報を発する。

燃料噴射パルス幅演算手段16は、吸入空気量G。の情報とエンジン回転数Nとに基づいて基本噴射パルス幅T_bを求め、これに各種補正を加えて実燃料噴射量を算出するとともに、燃焼制御手段15からの信号に基づいて燃料供給量の増減を行う。

吸入空気量G。は、筒内圧監視手段11から求められる。これは、特開昭59-221433に示されるように、吸気弁閉弁後の所定クランク角度での筒内圧と、点火手前の所定クランク角度での筒内圧

との差圧ΔPは、吸入空気量G。と相関があることを利用している。

点火時期マップ17はN-T_bマップの各領域に最適点火時期が設定されており、燃焼制御手段15からの制御信号に基づいて、α度ずつの進角またはβ度ずつの遅角を段階的に行う。

EGR率マップ18はN-T_bマップの各領域に最適EGR率が設定されており、燃焼制御手段15からの指令によってEGRカットまたは復帰を行う。

ここで、熱効率算出手段12について説明する。熱効率ηは供給した熱発生量Q₁と熱損失量Q_Wとの関係であり、一般に(1)式で定義される。

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_W}{Q_1} = 1 - \frac{Q_W}{Q_1} \quad \dots (1)$$

各クランク角における熱発生量Q₁および熱損失量Q_Wは次の(2)、(3)式と(4)、(5)式でそれぞれ計算される。

$$Q_1 = \int \frac{dQ_1}{d\theta} d\theta \quad \dots (2)$$

ここで $\frac{dQ_1}{d\theta}$ は、

$$\frac{dQ_1}{d\theta} = \frac{A}{K(T) - 1} \left(V \frac{dP}{d\theta} + (K(T) + \frac{\beta(\theta)}{C_v(T)} \cdot (1 - \frac{TW}{T(\theta)}) \frac{V(\theta)}{V(\theta)}) \cdot P \frac{dV}{d\theta} \right) \quad \dots (3)$$

$$Q_W = \int \frac{dQ_W}{d\theta} d\theta \quad \dots (4)$$

ここで $\frac{dQ_W}{d\theta}$ は

$$\frac{dQ_W}{d\theta} = \left(\frac{1}{N \cdot 360 \cdot 60} \right) h(\theta) \cdot f(\theta) \cdot (T(\theta) - TW) \quad \dots (5)$$

この(1)式～(5)式の記号の意味は次の第1表にまとめて記載している。

第 1 表

A: 仕事の熱当量	Kcal/kg	P: 圧力	kg/cm ²
CV: 定容比熱	Kcal/kg℃	Pb: 吸気管内圧力	KPa
f: 伝熱面積	m ²	Q ₁ : 燃焼の熱発生量	cal
G _a : 吸入空気量	kg	Q _W : 熱損失量	cal
h: 熱伝達率	Kcal/m ² h℃	R: ガス定数	
K: 比熱比		T: ガス温度	°K
N: 機関回転数	rpm	TW: シリンダ壁温度	°K
n: ポリトロープ指数		V: シリンダ容積	m ³
		θ: クランク角	deg

また、(3)式のβ(θ)は(6)式で算出する。

$$\beta(\theta) = \frac{(n(\theta) - K(T)) \cdot C_v(T)}{(1 - \frac{TW}{T(\theta)}) \cdot \frac{V(\theta)}{V(\theta)}} \quad \dots (6)$$

この(6)式中、n(θ)はポリトロープ指数であり、第4図に示すように上死点前については吸気弁が閉じてから点火直前までのポリトロープ指数を使って最小二乗法で近似する。

また、上死点後については燃焼終了後から排気弁が開くまでのポリトロープ指数を使って二乗法で近似する。

(6)式におけるシリンダ壁温度TWは例えば150℃と仮定し、ガス温度T(θ)は(7)式で算出する。

$$T(\theta) = \frac{G_a \cdot R}{P(\theta) \cdot V(\theta)} \quad \dots (7)$$

なお、定容比熱C_vと比熱比Kは温度の関数とする。

以上のように、機関の筒内圧を計測するだけで、簡単に熱効率を算出することができる。第5図は熱発生量Q₁と熱損失量Q_Wの関係を示したもの

で、クランク角に対応した熱発生量 $Q1$ を実線で、同様に $Q1 - QW$ を一点鎖線で示す。

次に動作について、第2図内、第2図四のフローチャートを参照して説明する。初めに、圧縮行程中の筒内圧から吸入空気量を算出する。まず第2図内において、ステップ101では吸気上死点を基準として、クランク角 θ をクランク角検出手段6で読み込み、ステップ102で吸気行程と否かを判定する。

このステップ102において、吸気行程でなく、NOの場合はステップ103の判定処理ステップに進み、カウンタが0か否かですでに吸入空気量が計算されているか否かを判断する。

また、ステップ102で吸気行程の場合には、YES側からステップ104に進み、このステップ104の判定処理ステップで筒内圧を検出する第1のタイミングか否かを判定する。

ここでは、例えば $\theta = 270$ 度の場合はYESとし、ステップ105で筒内圧を筒内圧検出手段5で読み込み、PA1とした後、ステップ101

側して算出する。

ステップ111では、ステップ109で求めた吸入空気量 G 、とステップ110で求めた回転数 N とに基づいて、筒内圧監視手段11は基本噴射パルス幅 T_p を求める。

ステップ112では、 $N - T_p$ マップの各領域に保存されているカウンタの数を読み込む。

次に、ステップ113では、圧縮または膨脹行程か否かを判定する。ここで、膨脹行程でなくNOの場合はステップ101に戻る。

なお、ステップ103でYESと判断された場合も、このステップ113に進み、圧縮または膨脹行程か否かを判定する。

ステップ113でYESと判断された場合はステップ114で筒内圧監視手段11により筒内圧 $P(\theta)$ を読み込み、ステップ115に進む。

このステップ115では、吸気弁が開くタイミングか否かを判定して、その判定の結果、YESの場合には、ステップ116に進み、熱発生量 $Q1$ と熱損失量 QW の値を初期化し、 $I = 1$ とし、

に戻り、クランク角 θ の読み込みを続ける。

また、ステップ104で $\theta = 270$ 度でないNOの場合は、ステップ106で筒内圧を検出する第2のタイミングか否かを判定し、NOの場合はステップ101に戻る。

ステップ106で例えば $\theta = 320$ 度の場合はYESとし、ステップ107に進み、このステップ107で筒内圧を筒内圧検出手段5で読み込み、PA2としてステップ108に進む。

このステップ108では、ステップ107で求めたPA2とし、ステップ105で求めたPA1の差を筒内圧監視手段11で求め、差圧 ΔP としてステップ109とする。

このステップ109では、ステップ108で求めた差圧 ΔP を用いて筒内圧監視手段11は吸入空気量 G 、のテーブルルックアップを行う。

次に機関の動作点を知るために、ステップ110でクランク角検出手段6は回転数 N を求める。回転数 N はクランク角センサからの位置信号(1度信号)の所定時間内におけるパルス数を計

筒内圧 $P(\theta)$ を $P(I)$ に格納する。また筒内圧の変化量 $dP(I)$ を零とする。

また、ステップ115でNOと判断されたら、ステップ117に進み、 θ が排気弁が閉じるタイミングか否かを判定する。

このステップ117でNOの場合は、ステップ118に進み、 $I = I + 1$ とし、筒内圧 $P(\theta)$ を $P(I)$ に格納する。また筒内圧の変化量 $dP(I)$ を $dP(I) = P(I) - P(I - 1)$ として格納する。

ステップ117でYESの場合は、吸気弁が閉じた直後から排気弁が開く直前までの筒内圧 P と筒内圧変化量 dP が求められているので、ステップ119に進み、熱効率算出手段12において、ボリトロープ指数 $n(\theta)$ を次の式で計算して、ステップ120に進む。

$$n(\theta) = - \frac{\frac{dP}{d\theta} / P(\theta)}{\frac{dV}{d\theta} / V(\theta)} \quad \dots (8)$$

このステップ120では、ステップ119で求めたボリトロープ指数 $n(\theta)$ を用いて、 $\theta = 360$ を境にして圧縮行程と膨脹行程に分けて最

小二乗法による近似を行う。圧縮行程における近似範囲は、吸気弁が閉じてから点火する直前まで、膨脹行程における近似範囲は、燃焼が完了した後の上死点50度から排気弁が開く直前までとする。

燃焼期間のポリトロップ指数は前述の近似式を用いてクランク角ごとに算出する。ステップ121では図式を用いて熱発生率を計算し、それを積分して熱発生量を算出する。

次のステップ122では、図式を用いて熱損失率を計算し、それを積分して熱損失量を算出する。

次にステップ123に進み、カウンタの数CNTが所定値CNT₁になったか否かを判定する。このCNT₁は熱効率の平均回数であり、N-T_rマップの各領域ごとに設定されている。

ステップ123でNOの場合はステップ124に進み、平均処理の前準備を行い、ステップ125でカウンタに1を加え、ステップ101に戻る。

また、ステップ123でYESの場合はステップ126でカウンタのCNTの値を零として、ス

火時期制御のカウンタN1があらかじめ設定された値N1_{max}を超えたか否かを判定する。

このカウンタN1は、遅角制御の回数をカウントするものである。N1 < N1_{max}であれば、ステップ135に進み、その領域だけ点火時期を α 度遅角させる制御信号を点火時期マップ17を介して点火装置3に与える。

ステップ136では、 $\eta_{1,1}(N1)$ に熱効率 η_a と点火時期を記憶し、ステップ137でカウンタN1に1を加え、これを一定時間ごとに繰り返して $\eta_a \geq \eta$ になるように制御する。

しかしながら、この制御を繰り返しても良好な制御状態が得られず、そのカウント数N1があらかじめ設定されている値N1_{max}に達すると、ステップ134でYESと判断して、ステップ138に進み、カウンタN1を零にリセットし、ステップ139に進む。

このステップ139では、点火時期制御のカウンタN2があらかじめ設定された値N2_{max}を超えたか否かを判定する。このカウンタN2は、遅

角制御の回数をカウントするものである。

ステップ127に進み、熱効率 η_a の計算を行う。次いで、第2図四のフローチャートのステップ128に進み、N-T_rマップの各領域ごとに設定されている熱効率の基準値 η_b を読み込み、ステップ129に進む。

このステップ129においては、熱効率 η_a と基準値 η_b との比較を比較器14で行う。

この比較の結果、 $\eta_a < \eta_b$ ならば、燃焼制御手段15はステップ130において、その領域がEGRを行っている領域か否かを判定する。

NOであれば、ただちにステップ133に進む。また、ステップ130において、EGR領域であれば、果131ですでにEGRカットを行ったか否かを判定し、NOであれば、ステップ132でEGRカットを行う。

EGRを停止しただけで熱効率が改善されない場合、またはEGR領域でない場合は、次に点火時期制御を行う。

ステップ133の判定において、まだ点火時期制御を行っていない場合は、ステップ134で点

火時期制御の回数をカウントするものである。

ステップ139でN2 < N2_{max}であれば、ステップ140に進み、その領域だけ点火時期を θ 度遅角させる制御信号を点火時期マップ17を介して点火装置3に与え、ステップ141に進む。

このステップ141では、 $\eta_{1,2}(N2)$ に熱効率 η_a と点火時期を記憶し、ステップ142でカウンタN2に1を加え、これを一定時間ごとに繰り返して $\eta_a \geq \eta$ になるように制御する。

しかしながら、この制御を繰り返しても有効な制御状態が得られず、そのカウント数N2があらかじめ設定されている値N2_{max}に達すると、ステップ139でNOと判断して、ステップ143に進み、カウンタN2を零にリセットしてステップ144に進む。

このステップ144では $\eta_{1,1}$ と $\eta_{1,2}$ の中で熱効率が最大となる点火時期を選択して、点火時期マップ17を介して点火装置3に与え、次の燃料制御に移る。

また、上記ステップ133において、点火時期

制御を行っている場合には、ステップ145の判定処理に進む。

このステップ145の判定では、まだ燃料制御を行っていないと判定した場合は、ステップ145で点火時期制御のカウントM1があらかじめ設定された値M1maxを超えたか否かを判定する。

このカウントM1は、燃料減量制御の回数をカウントするものである。M1 < M1maxであれば、ステップ147に進み、燃料噴射パルス幅演算手段16によって、その領域だけ燃料噴射量を所定量だけ減量する信号を燃料噴射弁2に与え、ステップ148に進む。

このステップ148では、 $\eta_{r_{01}}(M1)$ に熱効率 η_a と燃料噴射パルス幅を記憶し、ステップ149でカウントM2に1を加え、これを一定時間ごとに繰り返して $\eta_a \geq \eta_0$ になるように制御する。

しかしながら、この制御を繰り返しても良好な制御状態が得られず、そのカウント数M1があら

かじめ設定されている値M1maxに達すると、ステップ146でNOと判断してステップ150に進み、このステップ150でカウントM1を零にリセットし、ステップ151に進む。

ステップ152では、燃料制御のカウントM2があらかじめ設定された値M2maxを超えたか否かを判定する。このカウントM2は、燃料増量制御の回数をカウントするものである。

ステップ151での判定処理の結果、M2 < M2maxであれば、ステップ152に進み、その領域だけ燃料噴射量を所定量だけ増量する信号を燃料噴射弁2に与え、ステップ153に進む。

ステップ153では、 $\eta_{r_{02}}(M2)$ に熱効率 η_a と燃料噴射パルス幅を記憶し、ステップ154でカウントM2に1を加え、これを一定時間ごとに繰り返して $\eta_a \geq \eta_0$ になるように制御する。

しかしながら、この制御を繰り返しても良好な制御状態が得られず、そのカウント数M2があらかじめ設定されている値M2maxに達すると、ス

テップ151でNOと判断して、ステップ155に進み、このステップ155でカウントM2を零にリセットして、ステップ156に進む。

このステップ156では、 $\eta_{r_{01}}$ と $\eta_{r_{02}}$ の中で熱効率が最大となる燃料噴射パルス幅を選択して、燃料噴射弁2に与える。

上記の手順を所定回数繰り返すために、ステップ157では、所定回数に達したか否かを判断し、ステップ158ではカウンタL1に1を加える。カウンタL1がL1maxに達すると制御不能と判断して、ステップ159で図示しない警報装置を燃料制御手段15で作動させて運転者に警報を発する。

以上のように、この実施例では、エンジンの経時変化などにより熱効率 η_a が基準値よりも小さくなくても、EGRや、点火時期、燃料噴射量の制御により燃焼状態を改善し、常にはじめの設定と同様に最適な状態で燃焼をおこなわせることができる。

なお、上記実施例では、単一気筒についての説

明を行ったが、多気筒機関にも適用可能である。

また、吸入空気量Gは吸入空気量センサを使用して検出できる。また、筒内圧波形からノッキングの有無を検知して制御する装置と組み合わせで使用することも可能である。

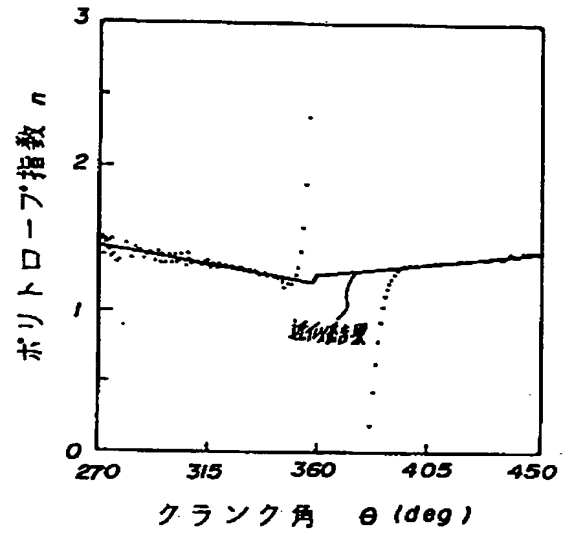
(発明の効果)

以上のように、この発明によれば、筒内圧波形から求められる熱効率 η_a が、エンジンの経時変化などにより基準値よりも小さくなった場合、EGRや点火時期、燃料噴射量を制御して燃焼状態の改善を行うようにしたので、エンジンを常に効率よく安定した状態で運転できるようになるという効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の一実施例による内燃機関の燃焼制御装置の構成を示すブロック図、第2図内および第2図四はそれぞれ同上実施例の動作の流れを示すフローチャート、第3図は空燃比(A/F)を変化させた場合の筒内圧力波形図、第4図はポリトロープ指数を示す特性図、第5図

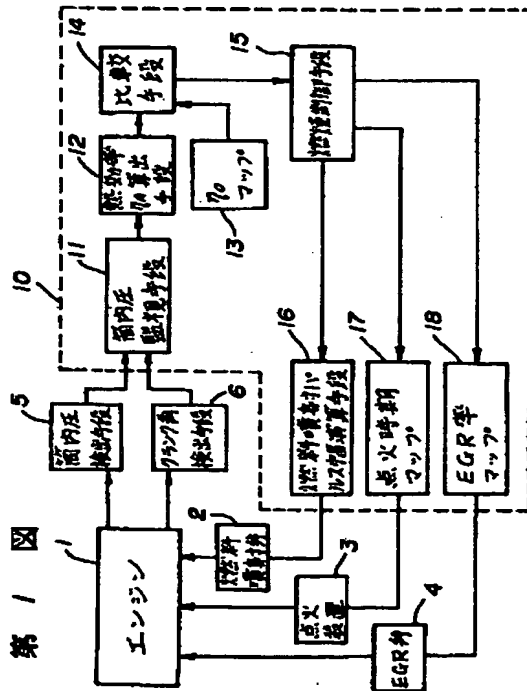
第 4 図



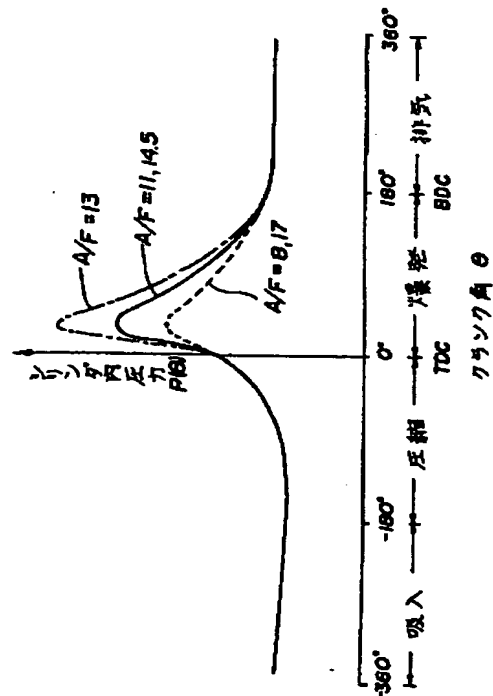
は熱発生量と熱損失量の関係を示す特性図である。

1…エンジン、2…燃料噴射弁、3…点火装置、
4…排気ガス還流制御弁、5…筒内圧検出手段、
6…クランク角検出手段、10…コントロールユ
ニット、11…筒内圧監視手段、12…熱効率算
出手段、13…熱効率基準値マップ、14…比較
手段、15…燃焼制御手段、16…燃料噴射パ
ルス幅演算手段、17…点火時期マップ、18…
EGR率マップ。

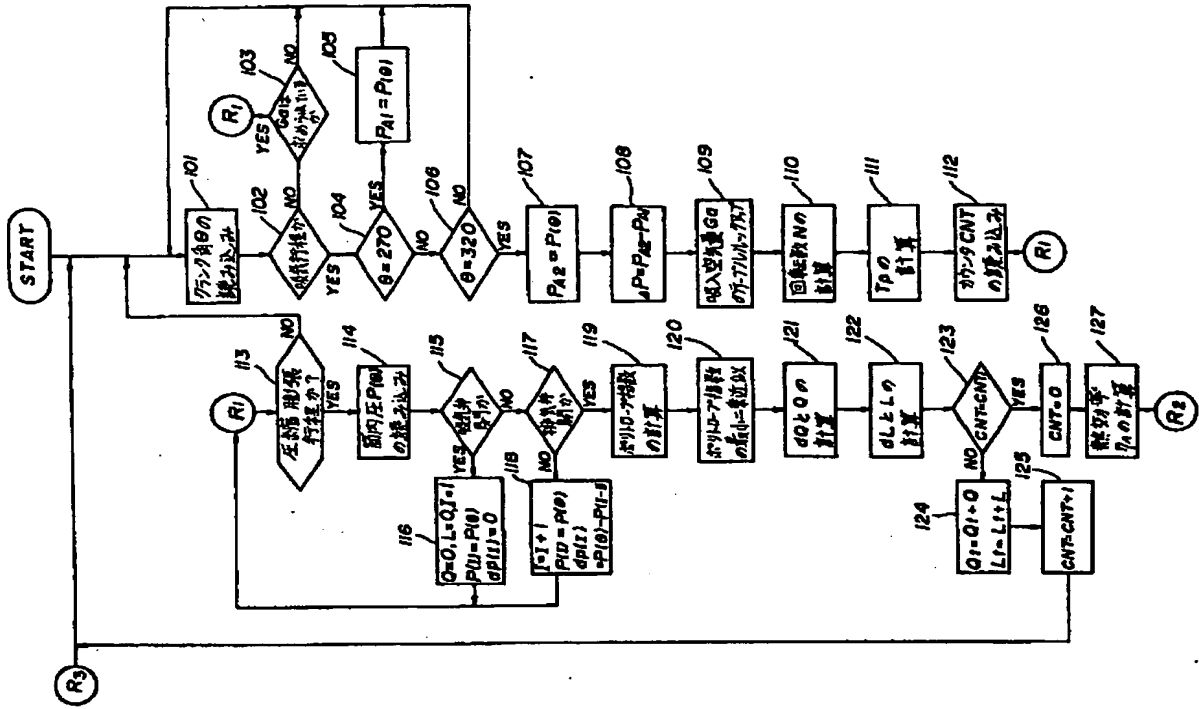
代理人 大 岩 増 雄



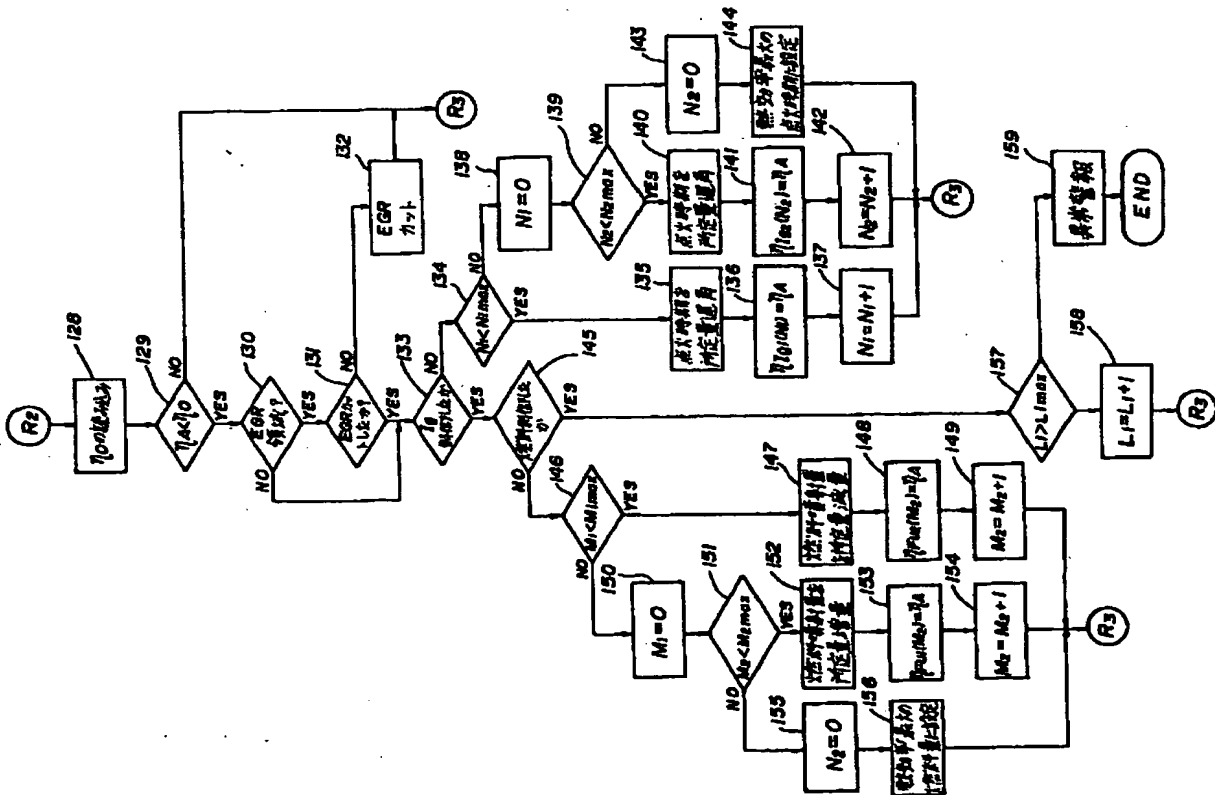
第 3 図



第 2 図 (A)

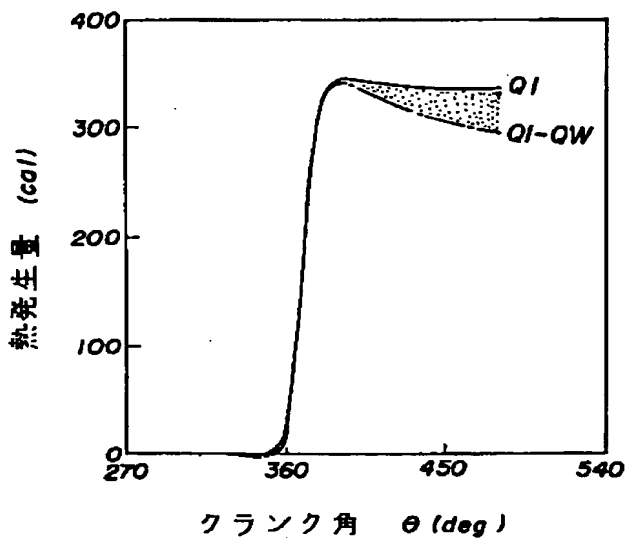


第 2 図 (B)



平成 3 年 1 月 10 日

第 5 図



特許庁長官殿

平

1. 事件の表示 特願昭 2-26614 号

2. 発明の名称

内燃機関の燃焼制御装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

名 称 (601)三菱電機株式会社

代表者 志 岐 守 哉

4. 代 理 人

住 所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

三菱電機株式会社内

氏 名 (7375) 弁理士 大 岩 増 雄

(通称先03(323)3421特許部)

(連絡先 03(3213)3421特許部)

5. 補正の対象

明細書の特許請求の範囲の欄、発明の詳細な説明の欄及び図面。



6. 補正の内容

(1) 明細書の特許請求の範囲を別紙のように補正する。

(2) 同第10頁第9行の「二乗法」を「最小二乗法」と補正する。

(3) 同第11頁第8行の「吸気行程と」を「吸気行程か」と補正する。

(4) 同第13頁第17行の「開く」を「閉じる」と補正する。

(5) 同第14頁第4行の「閉じる」を「開く」と補正する。

(6) 同第15頁第4行の「上死点50度」を「例えば上死点後50度」と補正する。

(7) 同第16頁第13行の「果131」を「ステップ131」と補正する。

(8) 同第19頁第5行の「点火時期制御」を「燃料制御」と補正する。

(9) 同第20頁第5行の「ステップ152」を「ステップ151」と補正する。

(10) 同第20頁第13行の「 $\pi_{\text{pos}}(M2)$ 」を「 $\pi_{\text{pos}}(M1)$ 」と補正する。

(11) 同第9頁第4行の(4)式を下記のように補正する。

$$QW = \int \frac{dQW}{d\theta} d\theta$$

(12) 第2図(B)を別紙のように補正する。

7. 添付書類の目録

(1) 特許請求の範囲 1 通

(2) 図 面 1 通

以 上

